

PROSES PEMBUATAN SERBUK LOGAM DENGAN METODA ATOMISASI PLASMA OKSI-ASITILEN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada
Jurusan Teknik Mesin



di susun oleh :

Nama : Endang Kurniawan
No.Mahasiswa : 99 525 040

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PROSES PEMBUATAN SERBUK LOGAM DENGAN
METODA ATOMISASI PLASMA OKSI-ASITILEN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : ENDANG KURNIAWAN

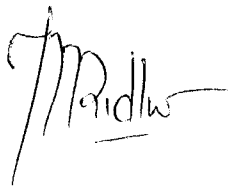
No. Mahasiswa : 99 525 040

NIRM : 990651013109120040

Jogjakarta, 17 Januari 2007

Menyetujui,

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Ridwan', with a horizontal line extending from the end of the signature.

(M. Ridwan, ST., MT.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PROSES PEMBUATAN SERBUK LOGAM DENGAN METODA ATOMISASI PLASMA OKSI-ASITILEN

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama : Endang Kurniawan

No. Mhs : 99 525 040

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam
Indonesia.

Yogyakarta, 29 Januari 2007

Tim Penguji

Ir. H . Hudaya, MM

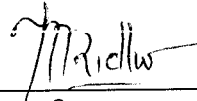
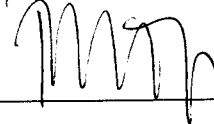
Ketua

Muh. Ridlwan, ST., MT.

Anggota I

Purtojo, Ir

Anggota II



Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Muhamad Ridlwan, ST., MT.

KUPERSEMBAHKAN TUGAS AKHIR INI BUAT...

**Ayahanda Dan Ibunda tersayang, terimakasih atas keikhlasan,
ketulusan usaha, do'a dan restumu untuk ananda.**

Saudaraku tercinta yang selalu mendukung aktifitasku.

(*CINTAKU, YUSDALIA,SE.*)

(*NAFASKU, M. RIQI AVEANSYAH*)

(*KURNIANTO, SRI KURNIATI*)

**Dosen-dosen di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi
Industri, Universitas Islam Indonesia yang dengan tulus ikhlas
telah telah mendidik dan membimbingku.**

**“semua teman-temanku yang telah banyak membantu dan
mengisi hari-hariku”**

MOTTO

“ Kesempurnaan hanya pada ALLAH SWT, kekurangan hanya pada
mahlukNYA”

....bahagia akan tercapai bilamana kita bisa bersyukur kepada-Nya...

Beljarlah dari suatu kesalahan karena dari kesalahan ada hikmah yang dapat
kita ambil dan jangan belajar untuk mengulangi kesalahan untuk kedua
kalinya...

“Hiduplah di jalan ALLAH SWT, singkirkan kekafiran yang ada di
jalan ALLAH “

2.7. Proses Semburan Plasma	14
2.8. Las Oksi-Asitilen	15
2.8.1 Nyala Netral	16
2.8.2 Nyala Karburasi	16
2.8.3 Nyala Oksidasi	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Metoda Pengujian.....	18
3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian	19
3.2.1 Bahan Penelitian	19
3.2.2 Peralatan Penelitian	20
3.3. Proses Atomisasi Plasma Oksi-Asitilen	20
3.4. Pengujian Ukuran Serbuk	21
3.5. Pengujian Distribusi Berat Serbuk	21
3.6. Pengujian Struktur Makro	22
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Pengujian Ayakan	23
4.2. Pengujian Bentuk Partikel	25
4.2.1 Penentuan Skala Partikel	27
4.2.2 Perhitungan Luas Area Partikel	29
4.2.3 Pengujian Bentuk Partikel Dengan Berbagai Macam Pembesaran.....	31
4.2.3.1 Pembesaran Lensa 4	31
4.2.3.2 Pembesaran Lensa 10	32
4.2.3.3 Pembesaran Lensa 40	33
4.3. Analisa Hasil Pengujian	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN	

KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “Proses Pembuatan Serbuk Logam Dengan Metoda Atomisasi Plasma Oksi-Asitilen” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, dorongan, kerjasama, fasilitas maupun kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
2. Bapak Kepala Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
3. Bapak Muhammad Ridlwan, ST, MT. Dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu dan sumbangan pikiran.
4. Bapak/Ibu dosen jurusan Teknik Mesin, serta karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.

5. Dan untuk semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, ini tidak lepas dari kurangnya pengetahuan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi untuk kemajuan penulis di masa mendatang.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan membantu dalam mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, 19 Januari 2007

Penulis

PROSES PEMBUATAN SERBUK LOGAM DENGAN METODA ATOMISASI PLASMA OKSI-ASITILEN

Abstraks

Proses metalurgi serbuk adalah salah satu teknologi pengerjaan logam dengan cara pemadatan sejumlah serbuk dari bahan murni atau bahan paduan di dalam cetakan, kemudian disinter atau dipanaskan di dalam tungku (furnase), pada temperatur tertentu hingga terjadi ikatan antara partikel serbuk tersebut. Beberapa keuntungan dari teknologi metalurgi serbuk, yaitu : menghilangkan atau meminimasi proses pemesinan, tidak ada material yang terbuang, ketelitian dan kehalusan permukaan tinggi, kekuatan dan ketahanan aus meningkat, serta bentuk produk yang kompleks. Metoda atomisasi merupakan metoda yang sering digunakan untuk membuat serbuk secara massal. Beberapa metoda atomisasi yang telah dikenal adalah metoda atomisasi air, metoda atomisasi gas, dan metoda atomisasi sentrifugal. Beberapa metoda baru dalam metoda atomisasi adalah metoda atomisasi plasma, metoda atomisasi ledakan cair, metoda atomisasi ultrasonic, dan sebagainya.

Pada penelitian ini digunakan logam aluminium cair sebagai material awal, proses yang digunakan adalah proses semburan plasma las oksasi-asitilen. Data yang diperoleh dengan pengujian distribusi serbuk, pengujian distribusi berat serbuk, dan pengujian struktur makro serbuk.

Serbuk yang dihasilkan dari semburan plasma oksasi-asitilen memiliki karakteristik serbuk tidak bulat, tetapi berbentuk tetesan air mata. Berwarna hitam keabu-abuan ini di akibatkan serbuk mengalami proses oksidasi dan proses karburasi.

Kata kunci : Atomisasi las oksasi-asitilen, Serbuk Aluminium, Karakteristik Serbuk.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto.....	v
Kata Pengantar	vi
Abstraks	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	3
2.1. Bentuk Partikel	3
2.2. Ukuran Partikel	4
2.2.1. Possible Size Measure	4
2.2.2. Equivalent Sphere Diameter.....	5
2.3. Distribusi Ukuran Partikel	6
2.4. Proses Pembuatan Serbuk	8
2.4.1 Metoda Atomisasi	8
2.4.1.1 Metoda Atomisasi Gas	8
2.4.1.2 Metoda Atomisasi Air	9
2.4.1.3 Metoda Atomisasi Sentrifugal	11
2.5. Proses Semburan Logam Panas	12
2.6. Proses Semburan Kawat Busur Listrik	13

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3.1	Standar Ukuran Ayakan (<i>Standart Sieve Size</i>).....	7
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Pengayakan Dari Proses Atomisasi Plasma Oksi- Asitilen	23
Tabel 4. 2.	Grafik Berat Dari Tiap-tiap Mesh	24
Tabel 4. 3	Grafik Persentase Kumulatif Partikel	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bentuk-bentuk Partikel Serbuk	4
Gambar 2.2.	Posible Size Measure	4
Gambar 2.3.	Diameter Bola Ekuivalen	5
Gambar 2.4.	Metoda Ayakan (screening)	6
Gambar 2.5.	Distribusi Ukuran Partikel.....	7
Gambar 2.6.	Metoda Atomisasi Gas Vertikal	8
Gambar 2.7.	Serbuk Hasil Atomisasi Gas.....	9
Gambar 2.8.	Metoda Atomisasi Air	10
Gambar 2.9.	Serbuk Yang Dibuat Dengan Metoda Atomisasi Air.....	11
Gambar 2.10.	Metoda Atomisasi Elektroda Berputar	11
Gambar 2.11.	Hasil Serbuk Dengan Metoda Atomisasi Elektroda Berputar	13
Gambar 2.12.	Metal Flame Spray Process	13
Gambar 2.13.	Wire Arc Spray.....	13
Gambar 2.14.	Plasma Spray	14
Gambar 2.15.	Nyala Oksi-Asitilen	15
Gambar 2.16.	Distribusi Temperatur Nyala Oksi-Asitilen Netral	17
Gambar 3.1.	Diagram Alir Proses Pengujian	18
Gambar 3.2.	Proses Peleburan Aluminium Menggunakan Burner Dengan Bahan Bakar Korosin	19
Gambar 3.3.	Atomisasi Plasma Oksi-Asitilen	20
Gambar 3.4.	Sieve Analysis Mesh	21
Gambar 3.5.	Timbangan Digital	22
Gambar 3.6.	Mikroskop Optik	22
Gambar 4.1.	Serbuk Hasil Atomisasi Dilihat Menggunakan Mikroskop Optik Dengan Pembesaran Lensa 4 mesh 30	25
Gambar 4.2.	Serbuk Hasil Atomisasi Dilihat Menggunakan Mikroskop Optik Dengan Pembesaran Lensa 10 mesh 60.....	26

BAB I PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Proses metalurgi serbuk adalah salah satu teknologi pengerjaan logam dengan cara pemadatan sejumlah serbuk dari bahan murni atau bahan paduan di dalam cetakan, kemudian disinter atau dipanaskan di dalam tungku (*furnase*), pada temperatur tertentu hingga terjadi ikatan antara partikel serbuk tersebut. Beberapa keuntungan dari teknologi metalurgi serbuk, yaitu : menghilangkan atau meminimasi proses pemesinan, tidak ada material yang terbuang, ketelitian dan kehalusan permukaan tinggi, kekuatan dan ketahanan aus meningkat, serta bentuk produk yang kompleks.

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk hasil proses metalurgi serbuk adalah karakteristik dari raw material, yaitu serbuk. Karakteristik serbuk meliputi ukuran partikel, bentuk partikel, luas permukaan partikel, gesekan antar partikel, struktur internal partikel, komposisi, homogenitas, dan kontaminasi. Sifat dan karakteristik serbuk sangat ditentukan oleh metoda pembuatan serbuk tersebut.

Metoda atomisasi merupakan metoda yang sering digunakan untuk membuat serbuk secara massal. Beberapa metoda atomisasi yang telah dikenal adalah metoda atomisasi air, metoda atomisasi gas, dan metoda atomisasi sentrifugal. Beberapa metoda baru dalam metoda atomisasi adalah metoda atomisasi plasma, metoda atomisasi ledakan cair, metoda atomisasi ultrasonic, dan sebagainya. Metoda atomisasi masih terus mengalami perkembangan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas serbuk yang dihasilkan. Teknik penggunaan sumber energi-energi yang lain memungkinkan ditemukannya metoda-metoda atomisasi baru.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Bagaimana karakteristik serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi dengan menggunakan bahan awal aluminium cair.

1.3. BATASAN MASALAH

- Proses pembuatan serbuk ini hanya dibatasi menggunakan metoda plasma oksidasi – asitilen.
- Material awal menggunakan aluminium cair.
- Pada proses pembuatan serbuk ini hanya menggunakan satu nozzle.
- Pengujian hanya dibatasi tiga tingkatan mesh, yaitu mesh 30, mesh 60, dan mesh > 60 (pan / hasil paling bawah).

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah pembuatan serbuk aluminium dengan metoda proses atomisasi plasma oksidasi-asitilen

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari proses penelitian ini adalah :

- Mengetahui bentuk, ukuran, luas permukaan, gesekan antar partikel yang dihasilkan dari metoda plasma oksidasi-asitilen dengan material awal aluminium cair.
- Serbuk sebagai bahan baku pembuatan produk dengan cara disintering, serbuk yang dihasilkan sebagai bahan baku dalam proses metalurgi serbuk.

BAB II

LANDASAN TEORI

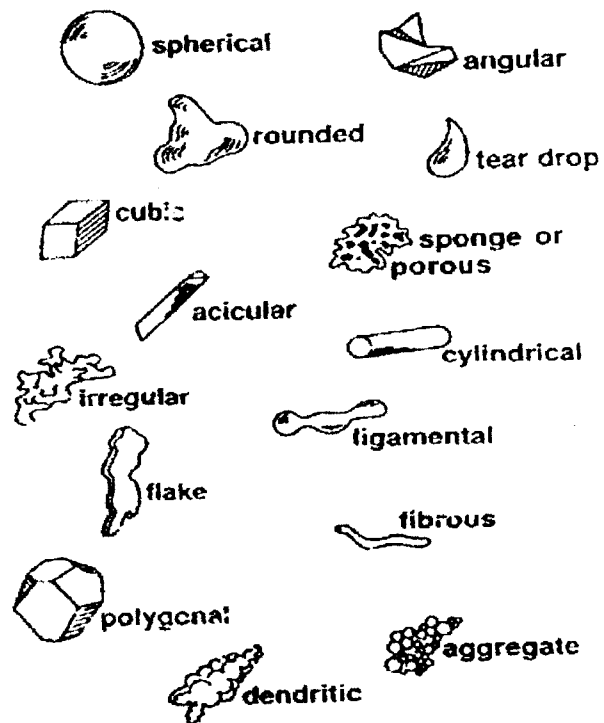
Dalam metoda atomisasi gas, semakin besar energi yang diberikan kepada logam cair maka akan dihasilkan serbuk yang lebih halus (German, 1984). Semakin tinggi temperatur logam cair maka serbuk yang dihasilkan semakin halus (Kharitonov dan Sheikhaliev, 1985). Penggunaan atmosfer gas inert pada proses atomisasi dapat meningkatkan efektivitas proses disintegrasi logam cair dengan cara melindungi doplet dari oksidasi (Putimtsev, 1972).

Beberapa teknologi yang digunakan dalam proses semburan panas, yaitu: nyala oksi-asitilen, busur listrik, dan busur plasma. Aplikasi proses semburan panas adalah untuk perlindungan terhadap korosi (Kadyrop dan Getman, 2001). Bentuk serbuk yang bagus digunakan sebagai bahan baku proses semburan panas adalah bentuk bola, karena memiliki sifat mampu alir yang tinggi dan kondisi yang optimal pada saat partikel dicairkan dan di semprotkan (Mikli dkk, 2001).

Proses semburan oksi-asitilen adalah proses pembuatan serbuk logam dengan semburan panas menggunakan sumber energi nyala oksi-asitilen dan bahan baku logam awal adalah aluminium cair. Salah satu keuntungan dari proses semburan panas ini adalah banyaknya jenis material yang dapat digunakan dalam proses ini (Pawlowski, 1995).

2.1 Bentuk Partikel

Bentuk partikel serbuk tergantung pada bagaimana proses pembuatan serbuk dilakukan. Bentuk partikel ini mempengaruhi mempengaruhi sifat ketertampatan (*compressibility*), karakteristik alir (*flow characteristic*), dan ketertampatan (*packing*) dari serbuk. Berbagai bentuk partikel serbuk dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

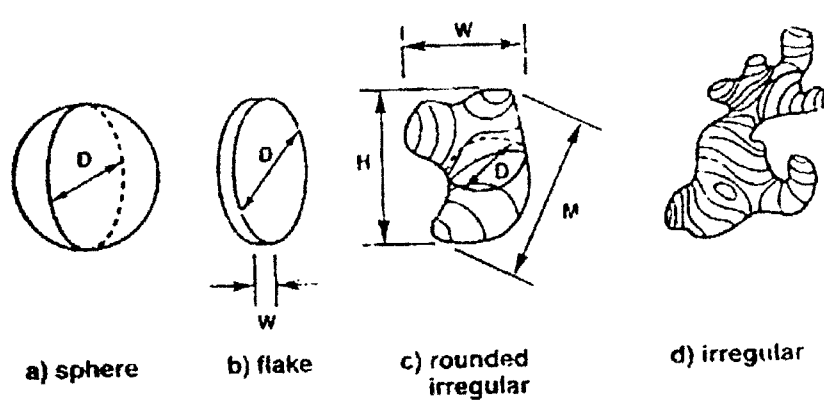


Gambar 2.1 Bentuk-bentuk partikel serbuk. (German, 1984)

2.2 Ukuran Partikel

Ukuran partikel merupakan salah satu karakteristik penting dalam metalurgi serbuk. Ada dua cara penentuan ukuran partikel, yaitu : *Possible Size Measure* dan *Equivalent Sphere Diameter*.

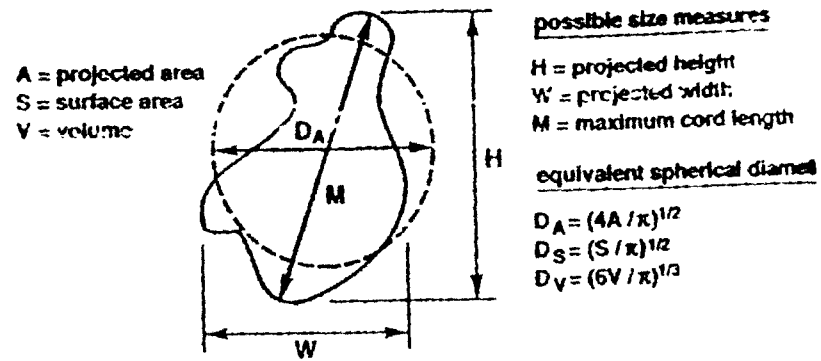
2.2.1 Possible Size Measure



Gambar 2.2 Possible Size Measure. (german, 1984)

2.2.2 Equivalent Sphere Diameter

Diameter Bola Ekuivalen (*Equivalent Sphere Diameter*) dapat ditentukan dari luas permukaan, volume, dan luas proyeksi dari partikel, seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 2.3 Diameter Bola Ekuivalen. (German, 1984)

Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Luas Proyeksi Partikel (D_A) dirumuskan sebagai berikut :

$A = \frac{\pi \cdot D_A^2}{4}$	(1)
---------------------------------	-----

kemudian,

$D_A = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$	(2)
--------------------------------------	-----

dimana, A = luas proyeksi partikel (mm^2)

Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Volume Partikel (D_V) dirumuskan

:

$V = \frac{\pi \cdot D_V^3}{6}$	(3)
---------------------------------	-----

kemudian,

$D_v = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}}$	(4)
---	-----

dimana, V = volume bola partikel (mm^3)

Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Luas Permukaan Partikel (D_s)
dirumuskan :

$S = \pi \cdot D_s^2$	(5)
-----------------------	-----

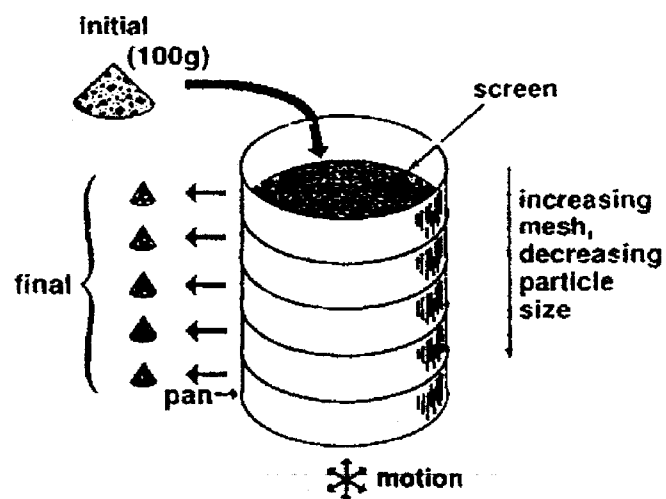
kemudian,

$D_s = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$	(6)
------------------------------	-----

dimana, S = luas permukaan partikel (mm^2)

2.3 Distribusi Ukuran Partikel

Metoda yang umum dan dapat digunakan dengan cepat untuk menentukan ukuran partikel secara kolektif adalah menggunakan metoda ayakan (*screening*), seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.

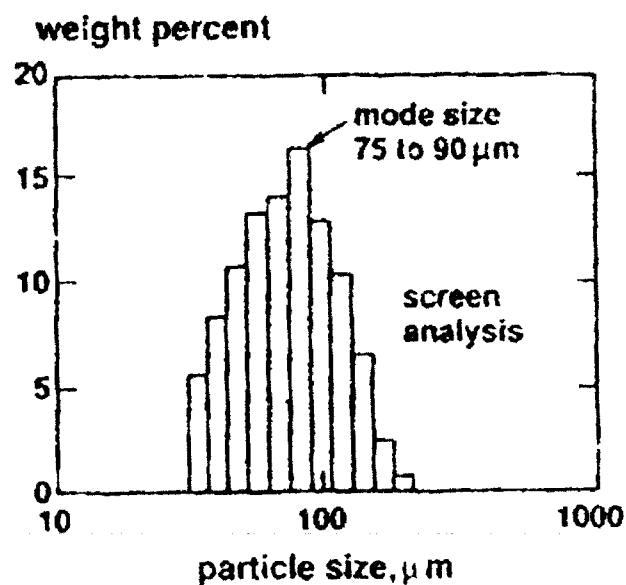


Gambar 2.4 Metoda ayakan (*screening*). (German, 1984)

Tabel 2.3.1 Standar ukuran ayakan (*standard sieve size*)

ukuran ayakan	ukuran lubang, μm	ukuran ayakan	ukuran lubang, μm
18	1000	100	150
20	850	120	125
25	710	140	106
30	600	170	90
35	500	200	75
40	425	230	63
45	355	270	53
50	300	325	45
60	250	400	38
70	212	450	32
80	180	500	25
		600	20

Ukuran partikel secara kolektif dinyatakan dalam analisis distribusi ukuran partikel yang berbentuk grafik histogram. Grafik ini menunjukkan jumlah serbuk yang berada dalam setiap inkremen ukuran partikel, seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 2.5 Distribusi ukuran partikel. (German, 1984)

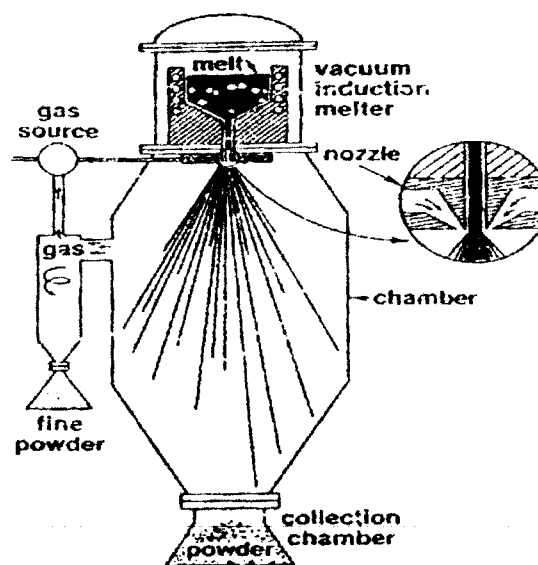
2.4 PROSES PEMBUATAN SERBUK

2.4.1 Metode Atomisasi

Prinsip kerja dari metoda atomisasi adalah memecah atau mengatomisasi logam cair menjadi partikel serbuk dengan cara menembakkan gas atau fluida bertekanan tinggi dari nosel. Beberapa metoda yang termasuk dalam metoda atomisasi adalah metoda atomisasi gas, metoda atomisasi air, dan metoda atomisasi sentrifugal.

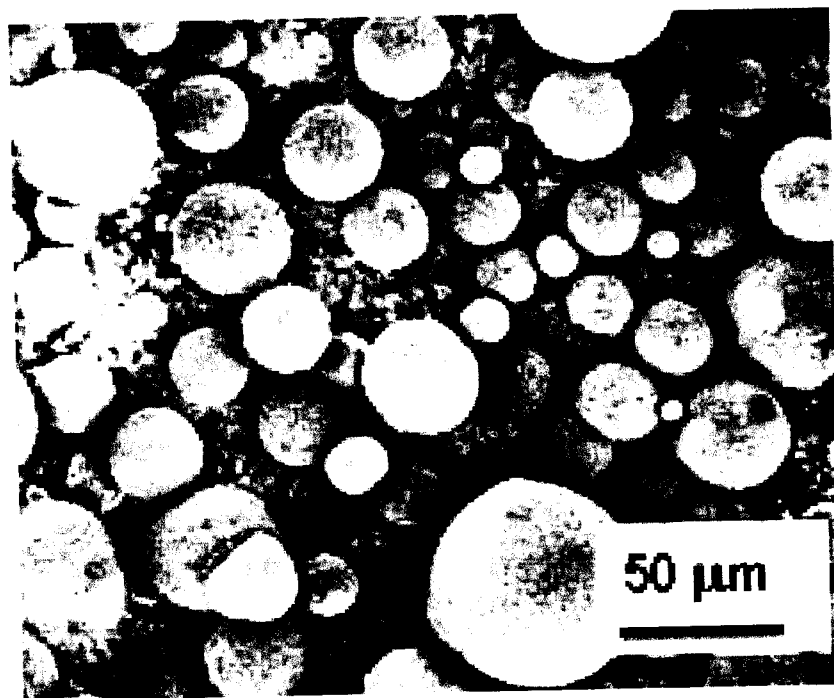
2.4.1.1 Metoda Atomisasi Gas

Prinsip kerja dari metoda atomisasi gas adalah sejumlah logam dicairkan dengan tungku induksi yang berada di atas. Logam yang telah mencair dialirkan ke dalam nosel. Gas bertekanan tinggi keluar dengan cepat dari beberapa lubang yang dipasang di sekeliling nosel tersebut. Gas yang tereksansi dengan cepat ini memecah dan mengatomisasi aliran logam cair yang keluar dari nosel menjadi butiran-butiran kecil. Semakin besar kecepatan gas yang keluar dari nosel maka semakin halus partikel yang dihasilkan. Prinsip kerja metoda atomisasi gas dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 2.6 Metoda atomisasi gas vertikal.(German, 1984)

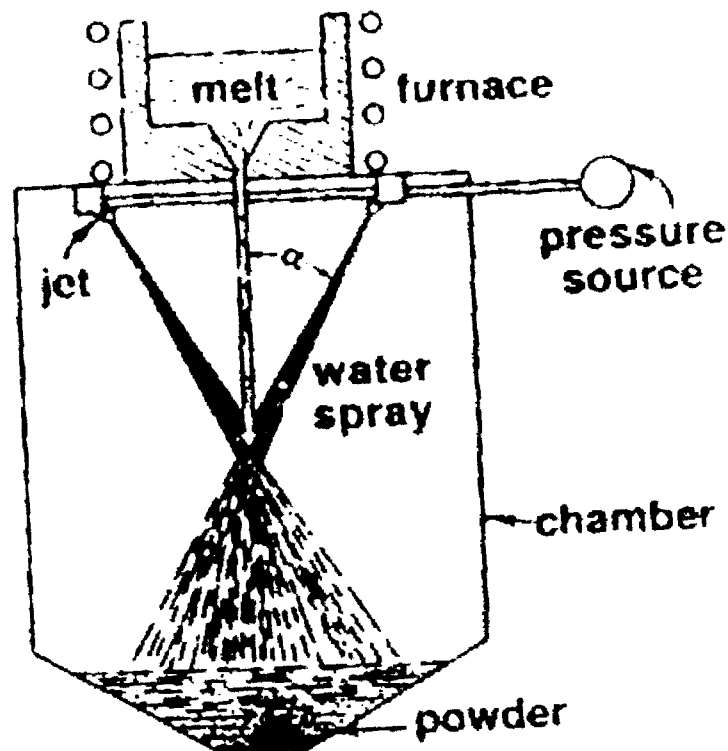
Gas yang biasa digunakan dalam metoda atomisasi ini adalah udara, nitrogen, argon, dan helium. Gas dalam metoda ini selain berfungsi untuk mengatomisasi logam cair, juga untuk melindungi butiran logam dari oksidasi. Pemilihan gas yang digunakan tergantung pada logam yang akan dibuat serbuk. Serbuk yang dihasilkan dari atomisasi gas mempunyai bentuk bulat (*spherical*), ukuran relatif kecil, dan homogen, gambar 12.



Gambar 2.7 Serbuk hasil atomisasi gas(German, 1984)

2.4.1.2 Metoda Atomisasi Air

Metoda ini adalah metoda yang paling sering digunakan untuk membuat serbuk logam yang mempunyai titik cair sampai dengan 1600°C. Prinsip kerja pembuatan serbuk dengan metoda atomisasi air, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 13, adalah sebagai berikut :

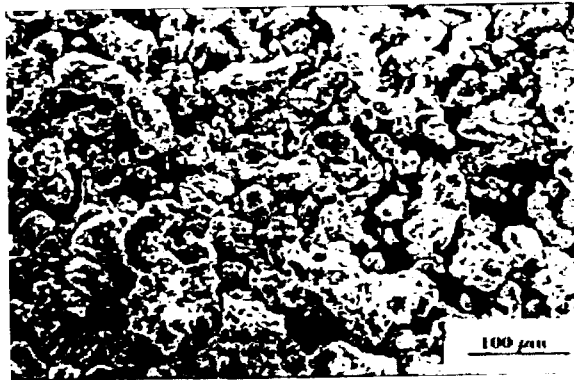


Gambar 2.8 Metoda atomisasi air. (German, 1984)

Logam dicairkan dalam tungku, kemudian dialirkan ke bawah melalui lubang yang berada pada dasar tungku. Air bertekanan tinggi disemprotkan ke arah aliran logam cair yang sedang jatuh, sehingga terjadi pemecahan aliran logam cair yang disertai dengan proses pendinginan cepat. Logam cair terpecah menjadi butiran-butiran kecil dan mengalami pembekuan dengan cepat, terbawa oleh aliran air jatuh ke bawah dalam bentuk serbuk.

Karakteristik serbuk yang dihasilkan dipengaruhi oleh kecepatan dan tekanan air yang memecah aliran logam cair, sudut pancar air terhadap nosel, perbandingan antara debit air dengan debit logam cair, jumlah nosel air yang digunakan, karakteristik dari logam yang dibuat serbuk, dan faktor-faktor lainnya.

Bentuk serbuk yang dihasilkan dari metoda atomisasi ini adalah tidak beraturan dan kasar yang disertai dengan oksidasi. Hal tersebut disebabkan karena proses pendinginan yang cepat, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :

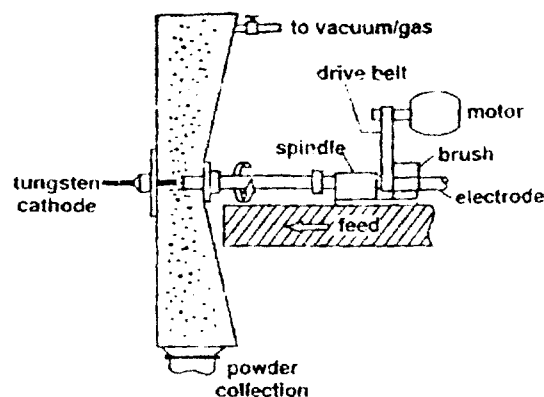


Gambar 2.9 Serbuk yang dibuat dengan metoda atomisasi air (German, 1984)

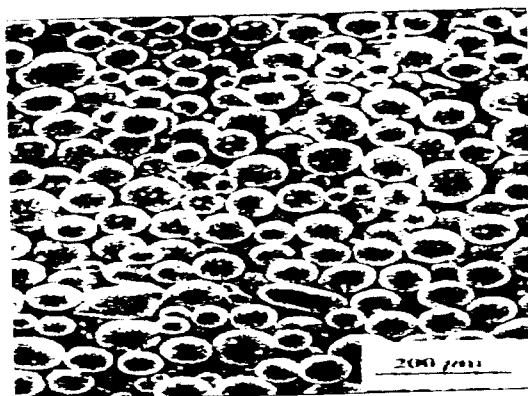
2.4.1.3 Metoda Atomisasi Sentrifugal

Metoda ini memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memecah logam cair, kemudian berubah menjadi bentuk serbuk yang padat karena adanya pendinginan yang cepat. Semakin besar gaya sentrifugal akibat putaran semakin cepat, maka butiran serbuk yang dihasilkan juga semakin halus.

Salah satu contoh yang termasuk dalam metoda atomisasi sentrifugal ini adalah metoda elektroda berputar (*rotating electrode*), seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.10. Metoda atomisasi elektroda berputar (German, 1984)



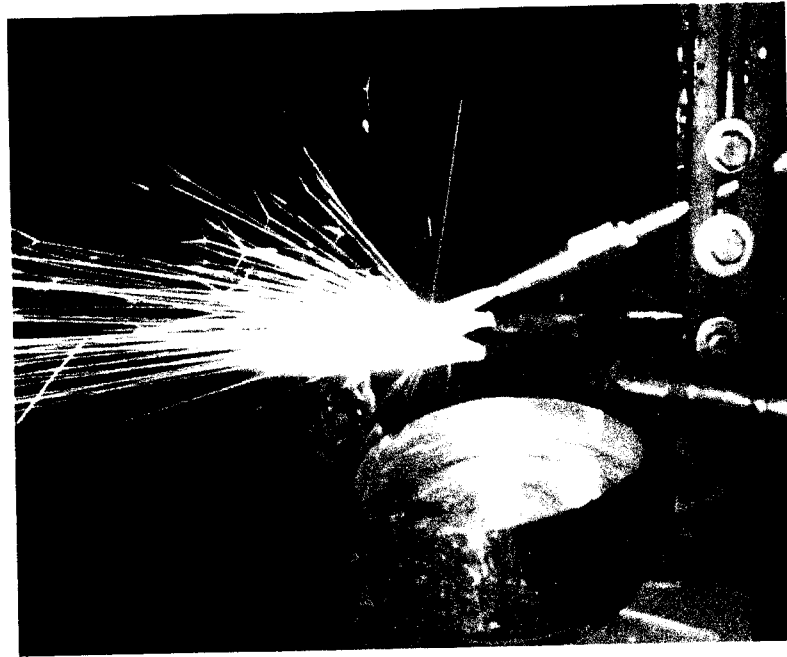
Gambar 2.11 Hasil serbuk dengan metoda atomisasi elektroda berputar (German 1984)

Prinsip kerja dari metoda ini adalah sebagai berikut : batang logam yang akan dibuat serbuk berperan sebagai anoda, dipasangkan ke spindel yang berputar. Batang ini dipanaskan oleh *stationary tungsten electrode* berperan sebagai katoda yaitu dengan pancaran busur listrik yang timbul di antara keduanya. Logam yang telah mencair terlempar menjadi butiran-butiran akibat gaya sentrifugal dari batang yang berputar.

Keuntungan dari metoda sentrifugal ini adalah serbuk yang dihasilkan lebih bersih, mempunyai bentuk bulat, ukuran partikel relatif kecil dan seragam, dan sedikit kontaminasi, seperti terlihat pada contoh gambar di atas.

2.5 Proses semburan logam panas

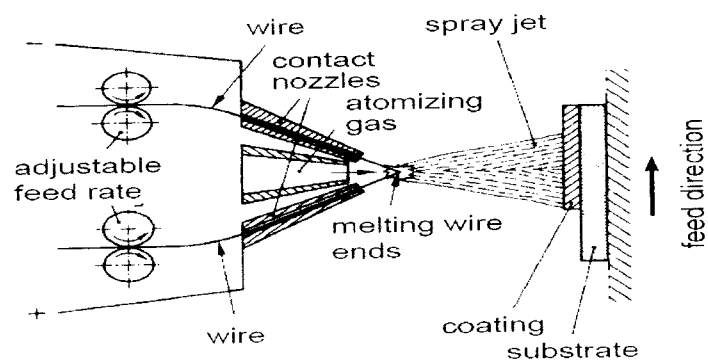
Proses semburan logam panas (*metal flame spray process*) adalah salah satu teknik pembuatan serbuk logam (*metal powder*) yaitu dengan cara menyemburkan logam cair maupun padat kenyal api las oksidasi-asitilen. Beberapa teknologi yang digunakan dalam proses semburan panas, yaitu : nyala oksidasi-asitilen, busur listrik, dan busur plasma. Bentuk material awal dari pembuatan serbuk logam dapat berupa kawat (*wire*) atau cair (*melt*). Jika bentuk material awal berupa cair, maka proses ini sering disebut dengan melt spray atau melt metallizing. Proses semburan oksidasi-asitilen (*oksi-asitylene spray*) adalah proses pembuatan serbuk logam dengan semburan panas dengan sumber energi nyala oksidasi-asitilen dan bentuk material awal logam berupa logam cair



Gambar. 2.12 *Metal Flame Spray Process*(Ridlwan,M.,2005)

2.6 Proses Semburan Kawat Busur Listrik

Prinsip kerja dari proses ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

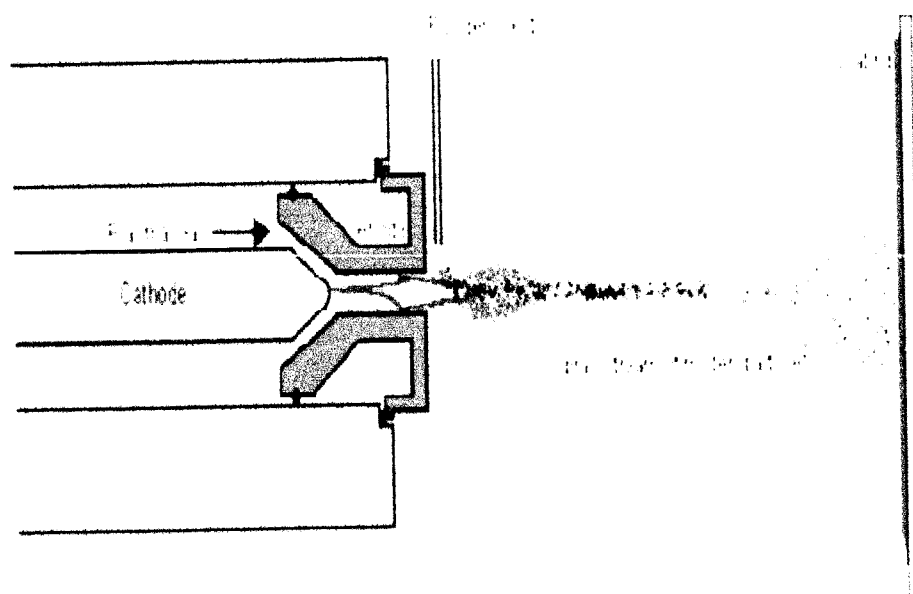


Gambar. 2.13 *Wire arc spray.* (Ridlwan,M., 2005)

Wire arc spray menggunakan dua buah kawat yang dialiri arus listrik dengan tegangan yang berlawanan, sehingga timbul busur listrik di antara kedua kawat tersebut. Busur listrik yang timbul menyebabkan panas yang tinggi pada ujung kedua kawat hingga mencair. Udara bertekanan tinggi digunakan untuk mengatomisasi logam cair yang terbentuk dan mempercepat semburan ke permukaan benda kerja. Terbentuk lapisan logam pada permukaan benda kerja.

2.7 Proses Semburan Plasma

Proses semburan plasma digunakan untuk pelapisan logam dengan cara memanfaatkan semburan plasma untuk menyemburkan logam cair ke permukaan benda kerja. Prinsip kerja dari proses semburan plasma dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.14 *Plasma spray*(German, 1984)

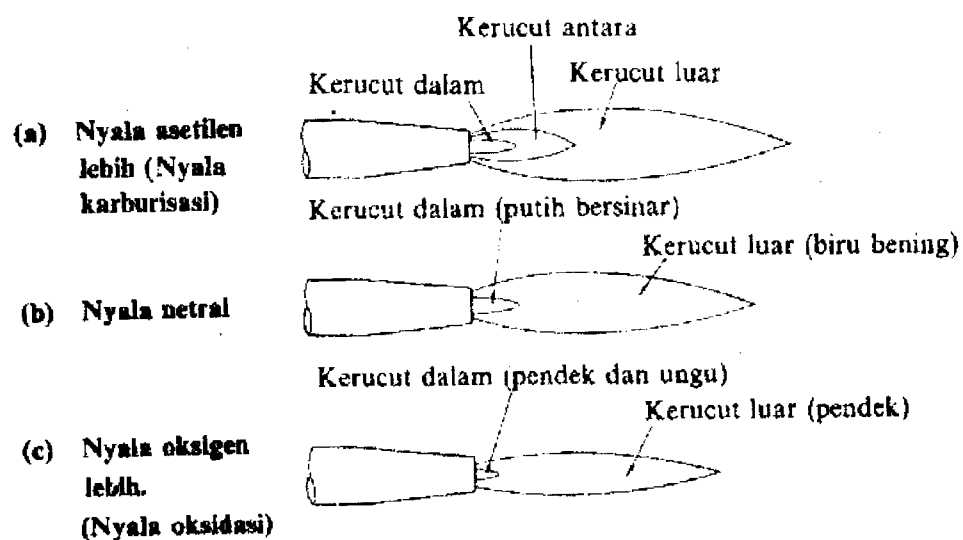
Gas plasma yang dapat digunakan dalam proses ini adalah argon, nitrogen, hidrogen dan helium. Prinsip kerja dari proses ini, yaitu : bentuk material awal yang berupa serbuk di cairkan dengan cara di injeksikan ke dalam nyala plasma

yang mempunyai temperatur sangat tinggi, kemudian di semburkan dengan cepat hingga menabrak permukaan benda kerja. Setelah serbuk cair tersebut membeku, maka akan terbentuk lapisan logam pada permukaan benda kerja.

2.8 Las Oksi-Asitilen

Pengelasan dengan gas dilakukan dengan membakar bahan bakar gas dengan O_2 sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Sebagai bahan bakar dapat digunakan gas-gas asitilen, propan atau hidrogen. Dari ketiga bahan bakar ini gas asitilen paling banyak digunakan.

Nyala hasil pembakaran dalam las oksasi-asitilen dapat berubah tergantung dari perbandingan antara gas oksigen dan gas asitilen, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.15 Nyala oksi-asitilen.

Dalam gambar (a) ditunjukkan nyala dengan asitilen yang berlebihan, atau nyala karburasi, pada gambar (b) nyala yang netral, dan dalam gambar (c) nyala dengan oksigen yang berlebihan atau nyala oksidasi.

2.8.1 Nyala Netral

Nyala ini terjadi bila perbandingan antara oksigen dengan asitilen sekitar satu. Nyala terdiri atas kerucut dalam yang berwarna putih bersinar dan kerucut luar yang berwarna biru bening.

2.8.2 Nyala Karburasi

Bila asitilen yang digunakan melebihi dari jumlah untuk mendapatkan nyala netral maka diantara kerucut dalam dan kerucut luar akan timbul kerucut nyala baru yang berwarna biru. Di dalam nyala bagian ini terdapat kelebihan gas asitilen yang menyebabkan terjadinya karburasi pada logam cair.

2.8.3 Nyala Oksidasi

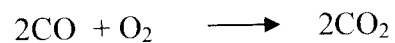
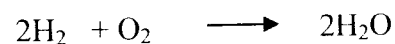
Bila gas oksigen melebihi dari jumlah yang diperlukan untuk menghasilkan nyala netral maka nyala menjadi pendek dan warna kerucut dalam berubah dari putih bersinar menjadi ungu. Bila nyala ini digunakan maka akan terjadi proses oksidasi atau dekarburasi pada logam cair.

Dalam nyala oksi-asitilen netral terjadi dua reaksi bertingkat yaitu :

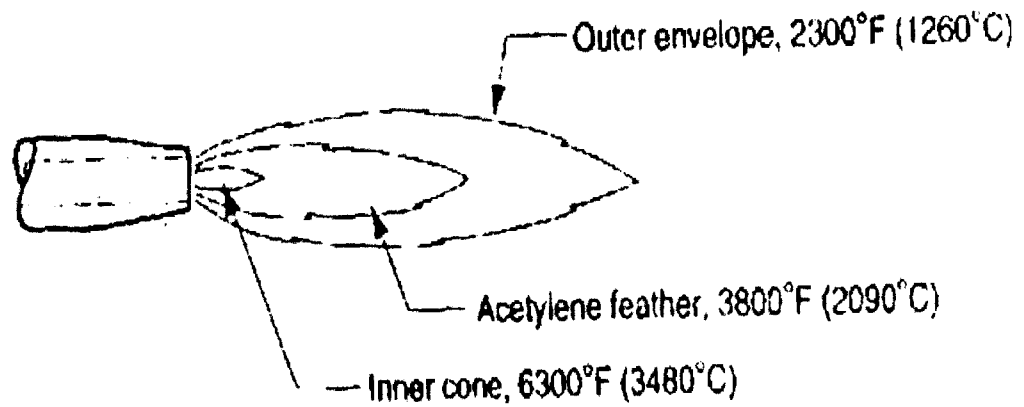
Kerucut dalam:



Kerucut luar:



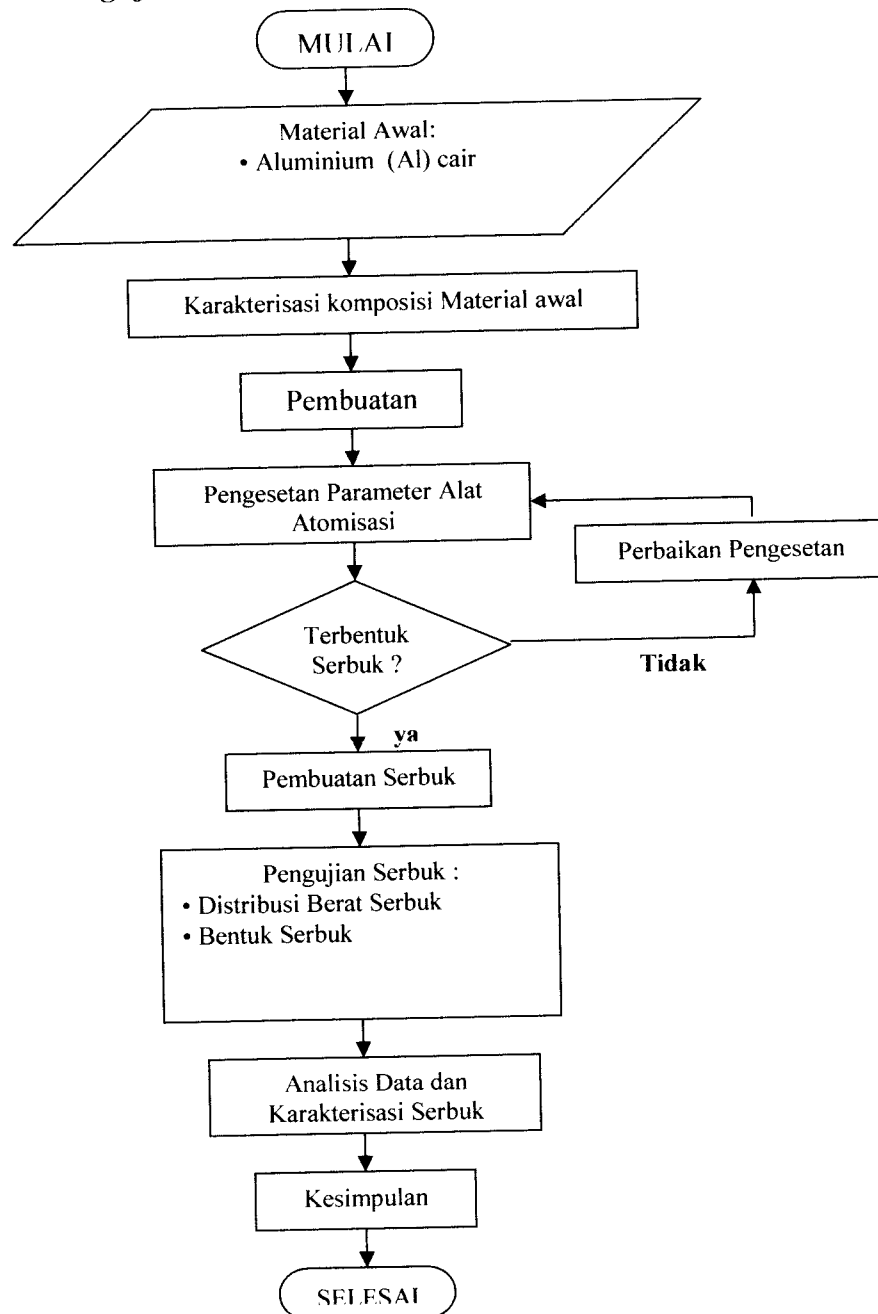
Distribusi temperatur nyala oksi-asitilen netral dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.16 *Distribusi temperatur nyala oksi-asitilen netral*(Groover, 1996)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengujian

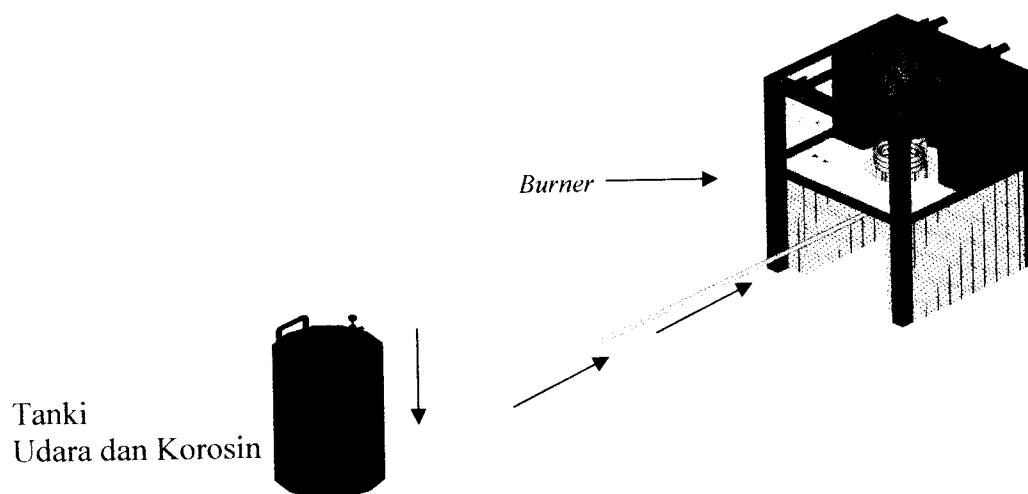


Gambar 3.1. Diagram alir proses pengujian

3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

- Aluminium yang berupa batangan dilebur menjadi cair menggunakan kompor, dengan bahan bakar minyak dan udara.
- Dalam proses penyalaan burner dilakukan secara bertahap. *Pertama*, pemanasan awal dilakukan dengan cara membakar bagian spiral dari *burner*, hal ini bertujuan untuk mendapatkan panas awal sebelum bahan bakar dialirkan ke *burner* sehingga mempercepat proses pembakaran bahan bakar. *Kedua*, sebelum *burner* dinyalakan kran pada tangki dibuka untuk mengalirkan bahan bakar, karena adanya tekanan udara yang besar pada tangki dan pemanasan awal bahan bakar yang keluar dari burner akan berbentuk butiran-butiran, dengan kondisi tersebut *burner* bisa dinyalakan. Untuk mendapatkan energi panas yang maksimal dalam proses peleburan posisi burner sedapat mungkin tepat di bawah ladel. Selama proses peleburan tekanan udara dalam tangki harus diperiksa agar nyala api tetap stabil. Proses peleburan dan aliran bahan bakar seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 Proses peleburan Aluminium menggunakan burner dengan bahan bakar kerosin

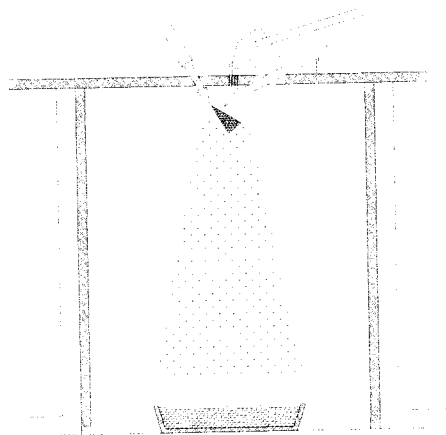
3.2.2 Peralatan Penelitian

- Peralatan Atomisasi Las Oksi-Asitilen
- Peralatan Uji Ayak
- Peralatan Mikroskop Optik

3.3 Proses Atomisasi Plasma Oksi-Asitilen

Prinsip kerja dari proses semburan oksi-asitilen ini adalah sebagai berikut:

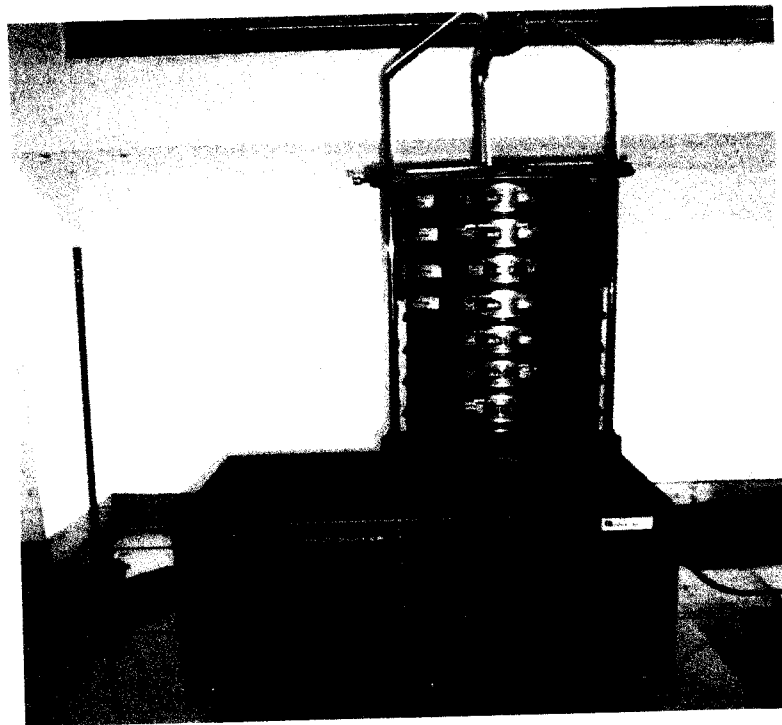
1. material yang berbentuk logam cair dituangkan ke dalam nyala oksi-asitilen, yang mempunyai temperature kurang lebih 3480°C , dari keadaan logam cair yang masih mencair, yang mempunyai temperature kurang lebih 660° (Surdia, dan Saito. 1994), dituangkan kesaluran penuangan,
2. kemudian pada saat yang sama semburan oksi-asitilen bertekanan tinggi disemburkan ke logam cair yang mengalir dari saluran penuangan yang sedang mencair tersebut untuk mengatomisasi logam cair dan memperbesar kecepatan semburan (*spray jet*). Little (1972) menyatakan bahwa partikel logam cair yang disemprotkan dari nosel mempunyai ukuran diameter 0,0001 – 0,00015 inchi pada jarak penyemprotan optimum yaitu antara 4 – 10 inchi.
3. logam cair yang tersembur mengakibatkan terjadinya percikan kembang api yang kemudian tertampung didalam bak penampung.



Gambar 3.3 Atomisasi Plasma Oksi-Asitilen

3.4 Pengujian ukuran serbuk

Serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi las oksasi-asitilen ini diuji dengan pengujian ayakan atau *sieve analysis mesh*. Pengujian ayakan ini bertujuan untuk memisahkan serbuk berdasarkan tingkatan ukuran mesh. Tingkatan ukuran mesh yang digunakan ada enam tingkatan yaitu ukuran mesh 0.04 mm, 0.06 mm, 0.025 mm, 0.030 mm, 0.060 mm, < 0.060 mm. Adapun gambar alat ayakan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.4 *Sieve Analysis Mesh*

3.5 Pengujian Distribusi Berat Serbuk

Setelah serbuk-serbuk tersebut dipisahkan menurut ukuran mesh, kemudian dilakukan penimbangan. Penimbangan ini bertujuan untuk mengetahui distribusi berat ukuran serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi las oksasi-asitilen ini. Ukuran serbuk secara kumulatif dapat ditentukan dari persen

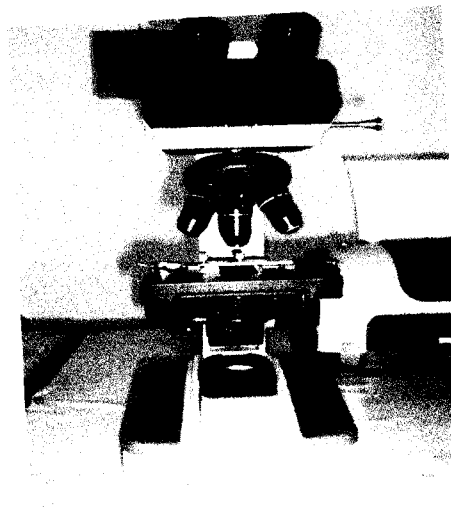
kumulatif berat serbuk. Serbuk yang sudah jadi, ditimbang dengan timbangan digital. Adapun gambar dari timbangan digital yaitu pada gambar dibawah ini:



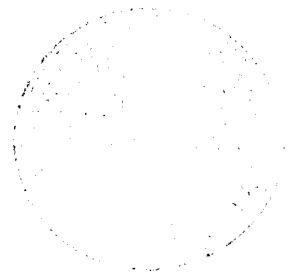
Gambar 3.5 Timbangan Digital

3.6 Pengujian Struktur Makro

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui struktur makro dari serbuk hasil proses atomisasi. Pengujian ini menggunakan Mikroskop Optik dengan pembesaran lensa 4, 10 dan 40, sehingga dapat dilihat struktur makro, bentuk dan ukuran serbuk secara jelas. Pengujian ini menggunakan mikroskop optik. Adapun gambar mikroskop optik seperti Gambar dibawah ini:.



Gambar 3.6 Mikroskop Optik



BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas proses-proses pengujian dan pembahasan dari proses atomisasi plasma oksi-asitilen, dan parameter-parameter proses, serta hasil dari bentuk serbuk yang didapat dari hasil proses atomisasi plasma oksi-asitilen.

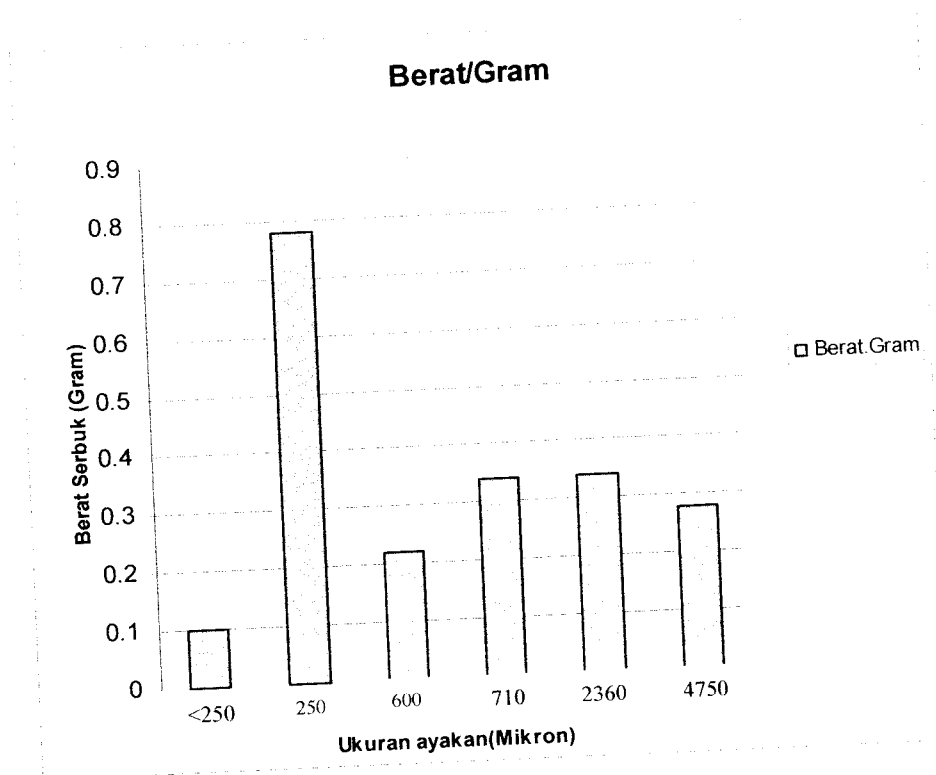
4.1 Pengujian Ayakan

Berdasarkan hasil dari pengujian pengayakan, dapat dilihat perbandingan diantara setiap mesh, seperti pada Tabel 4.1, berikut ini:

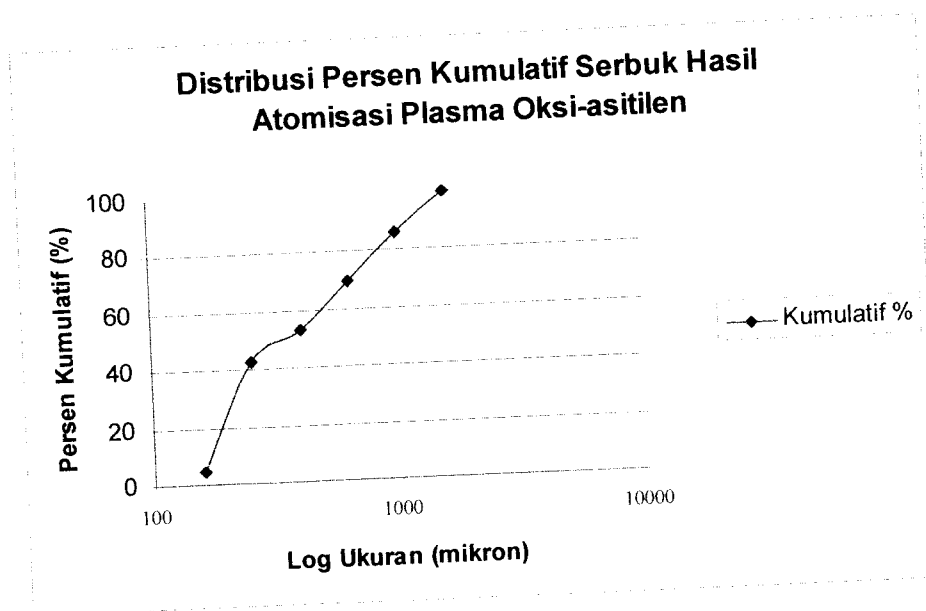
Tabel 4.1. Hasil pengujian pengayakan dari proses atomisasi plasma oksi-asitilen.

No	Sieve Size	Diameter Lubang (Mikron)	Berat / Gram	Persentase	Kumulatif %
1	<60	<250	0,1	4,85436893	4,85436893
2	60	250	0,78	37,8640777	42,7184466
3	30	600	0,22	10,6796117	53,3980583
4	25	710	0,34	16,5048544	69,9029126
5	6	2360	0,34	16,5048544	86,407767
6	4	4750	0,28	13,592233	100
total			2,06		

Dari hasil pengujian pengayakan diatas maka dapat diketahui perbandingan berat serbuk yang didapat, terlihat pada grafik. Dari data yang terlihat pada grafik mesh 60, terlihat berat serbuk yang paling tinggi, sedangkan ukuran berat yang paling sedikit terdapat pada mesh <60. Lihat Tabel Grafik 4.1.2, berikut ini:



Gambar 4.1 Grafik berat dari tiap-tiap mesh



Gambar 4.2 Grafik Persentase Kumulatif Partikel

4.2 Pengujian Bentuk Partikel

Serbuk yang dihasilkan oleh proses atomisasi plasma oksi-asitilen dilihat menggunakan mikroskop optik digital, dengan pembesaran empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh. Pada mikroskop optik terlihat bentuk serbuk berbentuk tetesan air mata (*tear drop*), memiliki permukaan halus, dan ukuran serbuk cukup kecil, seperti yang terlihat pada gambar :



Gambar 4.1 Serbuk hasil atomisasi dilihat menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran lensa 4 mesh 30.



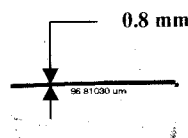
Gambar 4.2 Serbuk hasil atomisasi dilihat menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran lensa 10 mesh 60.



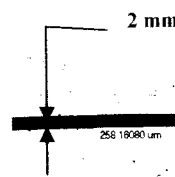
Gambar 4.3 Serbuk hasil atomisasi dilihat menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran lensa 40 mesh < 60.

4.2.1 Penentuan Skala Partikel

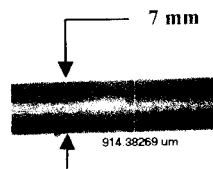
Untuk menentukan parameter skala yang digunakan untuk menentukan seberapa besar nilai skala dari setiap mikron pada partikel, sebagai acuan kita dapat menggunakan sehelai serabut kawat kuningan, yang terukur berdiameter 0.09 mm, menggunakan mikrometer yang dengan ketelitian 0.01 mm. Setelah itu serabut kawat difoto dengan mikroskop optik dengan pembesaran lensa empat, pembesaran sepuluh, pembesaran empat puluh, pada pembesaran empat menggunakan pengukuran secara manual menggunakan mistar biasa terbaca berdiameter 0.8 mm, pada pembesaran sepuluh diameter kawat terbaca menggunakan pengukuran secara manual dengan mistar biasa terbaca berdiameter 2 mm, dan pada pembesaran lensa empat puluh diameter kawat terbaca menggunakan pengukuran secara manual dengan mistar biasa terbaca berdiameter 7 mm. Lihat gambar.



Gambar 4.4 Serabut Kawat Pada Pembesaran Lensa 4 dengan Diameter 0.8 mm



Gambar 4.5 Serabut Kawat Pada Pembesaran Lensa 10 dengan Diameter 2 mm



Gambar 4.6 Serabut Kawat Pada Pembesaran Lensa 14 dengan Diameter 7 mm

Hasil pengukuran diatas adalah untuk mencari Diameter Equivalen Partikel, diameter equivalen adalah garis diameter yang garisnya putus-putus , yang berpusat ditengah-tengah permukaan partikel, adapun pengukurannya dengan cara ; hasil pengukuran pada diameter benda sebenarnya dari mikrometer dikalikan dengan hasil pengukuran dari pengukuran manual, hasil dari pengukuran ini dikalikan lagi dengan hasil luas penampang area partikel (A), hasil dari perkalian inilah nilai hasil Diameter Equivalen partikel, dengan satuan mikron meter.

Untuk mencari nilai mikron pada partikel, dapat digunakan dengan cara ; 1 cm = 10 mm, maka 10 mm dikalikan dengan nilai hasil dari pengukuran digital dibagi dengan pengukuran manual, dari hasil inilah nilai mikron partikel dapat diketahui.

Hasil dari nilai inilah menentukan nilai mikron pada permukaan partikel per sepuluh milimeter .

Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk mencari nilai-nilai diatas adalah sebagai berikut :

■ Mencari Luas Penampang Area Partikel

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \dots\dots\dots(4.1)$$

dimana, A = luas proyeksi partikel (mm^2).

■ Mencari Perbandingan Pengukuran

$$\bullet \quad 1 \text{ mm} = \frac{P_{\text{benda awal}}}{P_{\text{manual}}} (\text{mm}) \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana, $P_{\text{benda awal}}$ = Pengukuran menggunakan mikrometer

P_{manual} = Pengukuran menggunakan mistar biasa

■ Mencari Diameter Equivalen Partikel

$$\bullet \quad D_{\text{eq}} = A \times (\text{hasil perbandingan pengukuran}) = .. (\mu\text{m}) \dots\dots\dots(4.3)$$

■ Mencari Mikron Pada Partikel

$$\bullet \quad 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm} = 10 \text{ mm} \times (\text{hasil perbandingan Pengukuran}) \dots\dots(4.4)$$

dengan, satuan mikron meter (μm)

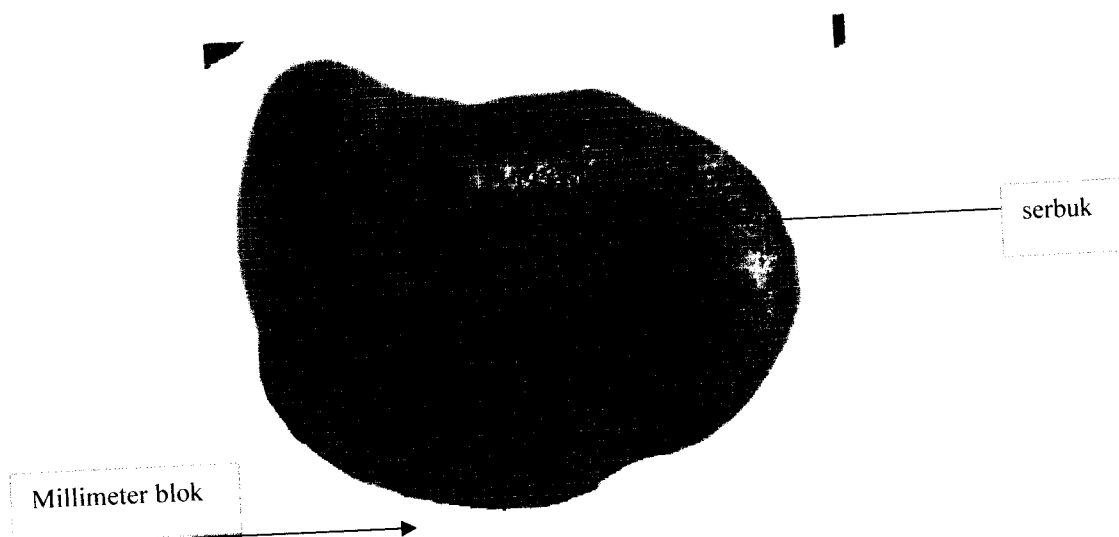
4.2.2 Perhitungan Luas Area Partikel

Dalam penelitian ini untuk menghitung Luas Area Partikel (A), dapat digunakan dengan cara sederhana yaitu dengan menggunakan kertas milimeter blok. Serbuk hasil dari proses atomisasi yang telah dihasilkan kemudian diayak, ini untuk membandingkan berat serbuk dari tiap-tiap mesh. Proses pangayakan ini menggunakan enam tingkat mesh, dengan ukuran; mesh empat (paling atas), mesh enam, mesh dua lima, mesh tiga puluh, mesh enam puluh, mesh lebih kecil dari enam puluh (paling bawah / hasil). Setelah didapat hasil dari proses pangayakan, serbuk difoto dengan mikroskop optik, dengan perbesaran lensa empat, perbesaran sepuluh, dan perbesaran empat puluh.

Pada uji foto ini data yang digunakan hanya menggunakan tiga tingkat mesh yaitu mesh tiga puluh, mesh enam puluh, dan mesh lebih kecil dari enam puluh.

Hasil dari seluruh partikel yang didapat dari tiap-tiap mesh difoto, ini untuk melihat bagaimana bentuk dari serbuk, kemudian serbuk difoto sekali lagi, tetapi tidak seluruh serbuk, melainkan hanya satu, yang dipilih mendekati bentuk bulat (*spherical*), setelah serbuk didapat kemudian difoto dengan menggunakan pembesaran lensa empat, pembesaran sepuluh, dan pembesaran empat puluh, setelah itu dicetak. Perlu diperhatikan pada saat mencetak hasil serbuk jangan diperbesar atau diperkecil ukuran hasil cetakan, ini sangat berpengaruh terhadap hasil perhitungan.

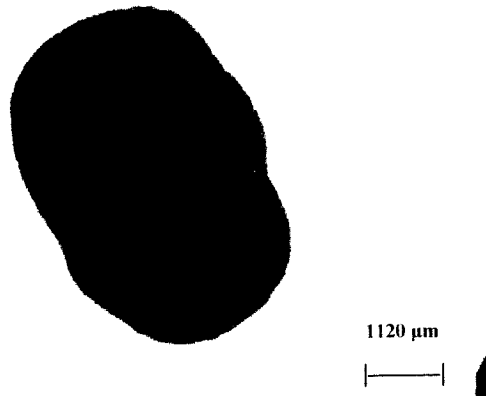
Cara mengetahui berapa Luas Area Partikel, kita dapat menggunakan cara sederhana yaitu dengan cara menggunakan kertas milimeter blok, foto hasil dari cetakan kita letakkan dibawah kertas milimeter blok, kemudian hasil serbuk kita perlihatkan pada kertas milimeter blok (jiplak), setelah itu kita hitung berapa jumlah kotak yang ada didalam partikel pada kertas milimeter blok, jumlah kotak-kotak itulah Luas Penampang Area Partikel (A). Lihat gambar .



Gambar 4.7 Cara Mencari Luas Penampang Area Partikel

4.2.2 Pengujian Bentuk Partikel Dengan berbagai macam Pembesaran

4.2.2.1 Pembesaran Lensa 4



- $A = 423 \text{ mm}^2$

- $D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 23.21 \text{ mm}$

■ Mencari Perbandingan Pengukuran

» 0.09 mm = Diameter Kawat, Diukur menggunakan Mikrometer.

» 0.8 mm = Diameter Kawat Setelah Dicetak, diukur dengan Mistar Biasa.

- $0.8 \text{ mm} = 0.09 \text{ mm}$

$$PP = \frac{0.09 \text{ mm}}{0.8 \text{ mm}} = 0.112$$

■ Mencari *Diameter Ekuivalen*

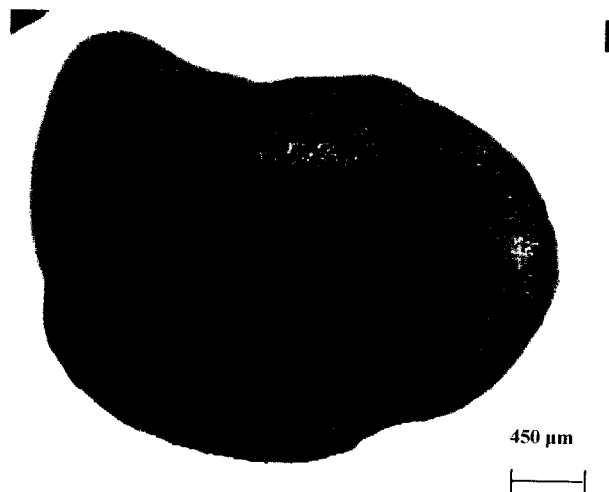
- $D_{eq} = 23.21 \text{ mm}$
 $= 23.21 \text{ mm} \times 0.112$
 $= 2.599 \text{ mm} = 2599 \mu\text{m}$

■ Mencari *Mikron Partikel*

$$\begin{aligned} MP &= 10 \text{ mm} \times 0.112 \\ &= 1.12 \text{ mm} = 1120 \mu\text{m} \end{aligned}$$

» Jadi 1 cm Foto = 1120 μm

4.2.3.2 Pembesaran Lensa 10



- $A = 1187 \text{ mm}^2$

- $D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 38.88 \text{ mm}$

■ Mencari Perbandingan Pengukuran

» 0.09 mm = Diameter Kawat, Diukur menggunakan Mikrometer.

» 2 mm = Diameter Kawat Setelah Dicitak, diukur dengan Mistar Biasa.

- $2 \text{ mm} = 0.09 \text{ mm}$

$$PP = \frac{0.09 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 0.045$$

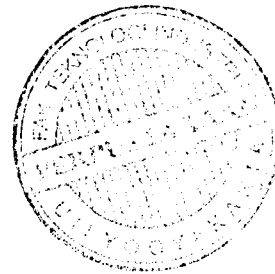
■ Mencari *Diameter Ekuivalen*

$$\begin{aligned} \bullet D_{eq} &= 38.88 \text{ mm} \\ &= 38.88 \text{ mm} \times 0.045 \\ &= 1.749 \text{ mm} = 1749 \mu\text{m} \end{aligned}$$

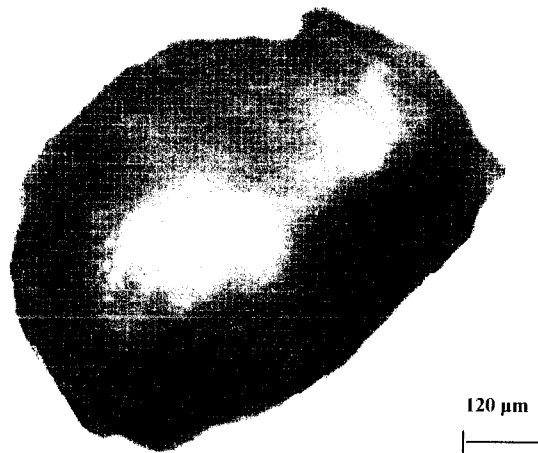
■ Mencari *Mikron Partikel*

$$\begin{aligned} \text{MP} &= 10 \text{ mm} \times 0.045 \\ &= 0.450 \text{ mm} = 450 \mu\text{m} \end{aligned}$$

» Jadi 1 cm Foto = 450 μm



4.2.3.3 Pembesaran Lensa 40



$$\bullet A = 1120 \text{ mm}^2$$

$$\bullet D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 37.77 \text{ mm}$$

■ Mencari Perbandingan Pengukuran

» 0.09 mm = Diameter Kawat, Diukur menggunakan Mikrometer.

» 7 mm = Diameter Kawat Setelah Dicetak, diukur dengan Mistar Biasa.

$$\bullet 7 \text{ mm} = 0.09 \text{ mm}$$

$$PP = \frac{0.09 \text{ mm}}{7 \text{ mm}} = 0.012$$

■ Mencari *Diameter Equivalen*

$$\begin{aligned} \bullet D_{eq} &= 37.77 \text{ mm} \\ &= 37.77 \text{ mm} \times 0.012 \\ &= 0.453 \text{ mm} = 453 \mu\text{m} \end{aligned}$$

■ Mencari *Mikron Partikel*

$$\begin{aligned} MP &= 10 \text{ mm} \times 0.012 \\ &= 0.120 \text{ mm} = 120 \mu\text{m} \end{aligned}$$

» Jadi 1 cm Foto = 120 μm

4.3 Analisa Hasil Pengujian

Dari hasil data diatas dapat disimpulkan pada pengujian pengayakan distribusi serbuk yang paling banyak terdapat pada mesh enam puluh, sedangkan mesh yang paling sedikit terdapat pada mesh lebih kecil dari enam puluh.

Dari proses atomisasi plasma oksi-asitilen yang menggunakan satu nozzle dan material awalnya berupa aluminium cair, bentuk serbuk cenderung lebih mengarah pada bentuk tetesa air mata (tear drop), ini dikarenakan kurang banyaknya jumlah nozzle penyembur, tekanan gas yang keluar kecil, dan tempat penampungan serbuk (*chamber*) kurang memenuhi syarat, yaitu chamber harus kedap udara, ini bertujuan agar serbuk tidak terkontaminasi dengan udara luar.

Adapun bentuk fisik dari serbuk yang dihasilkan adalah tidak berbentuk bulat, tetapi berbentuk tetesan air mata, serbuk mengalami proses oksidasi dan proses karburasi, ini dikarenakan material yang sudah berbentuk logam cair, disembur lagi dengan gas yang bertekanan sehingga serbuk mengalami proses oksidasi dan karburasi, ini mengakibatkan bentuk serbuk kurang bulat dan warna serbuk bewarna hitam buram.

Pada proses pembuatan serbuk logam dengan metoda atomisasi plasma oksi-asitilen yang menggunakan material awal aluminium cair, ukuran serbuk cenderung lebih besar, ini dikarenakan oleh penuangan logam cair dilakukan

secara manual, jarak dari tungku peleburan dengan alat pembuatan serbuk cukup jauh, sehingga terjadi penurunan suhu pada logam cair yang akan dituang, dan nyala api yang dipakai kurang tepat, ini sangat berpengaruh terhadap hasil serbuk.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Proses Atomisasi Plasma oksi-asitilen dapat digunakan membuat serbuk logam. Serbuk logam yang dihasilkan dari proses atomisasi plasma oksi asitilen ini memiliki karakteristik ukuran relatif lebih kecil, serbuk cenderung lebih mengarah pada bentuk tetesan air mata (*tear drop*), ini dikarenakan kurang banyaknya jumlah nozzle penyembur, tekanan gas yang keluar kecil, dan tempat penampungan serbuk (*chamber*) kurang memenuhi syarat, yaitu chamber harus kedap udara, ini bertujuan agar serbuk tidak terkontaminasi dengan udara luar.

Adapun bentuk fisik dari serbuk yang dihasilkan adalah tidak berbentuk bulat, tetapi berbentuk tetesan air mata, serbuk mengalami proses oksidasi dan proses karburasi, warna serbuk berwarna hitam buram.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas serbuk dan karakteristik serbuk. Pada penelitian yang akan datang disarankan agar nozzle penyembur di perbanyak, tekanan gas penyembur diperbesar, jarak tempat peleburan logam cair dan waktu penuangan sangat mempengaruhi, sebab pada saat penuangan suhu dari logam cair akan turun secara drastis, ini sangat mempengaruhi hasil dari serbuk. Perlunya perbaikan lagi alat pembuat serbuk.

DAFTAR PUSTAKA

<http://www.hvof.com/metalliz.htm>

<http://www.mpif.org>

German, M. R., 1984. *Powder Metallurgy Science*. Metal Powder industries Federation, New Jersey

Kharitonov . and Sheikhalieve, 1985. *Production of Metal Powders from Melts by Centrifugal Atomization*, Journal of Powder Metallurgy and Metal Ceramics. Vol 24, No.12, pp 883-887

Putimtsev, 1972, *Manufactur of Atomized Iron Powders Alloyed with Alumunium and Silicon*, Journal of Powder Metallurgiy and Metal Ceramics. Vol. 11, No 11, pp 863-866

Kadyrop. And Getman., 2001, *High- Velocity Flame Spraying of Powder Alumunium Protective Coatings*, Journal of Powder Metallurgy and Metal Cramics. Vol. 40, No 3-4, pp121-126

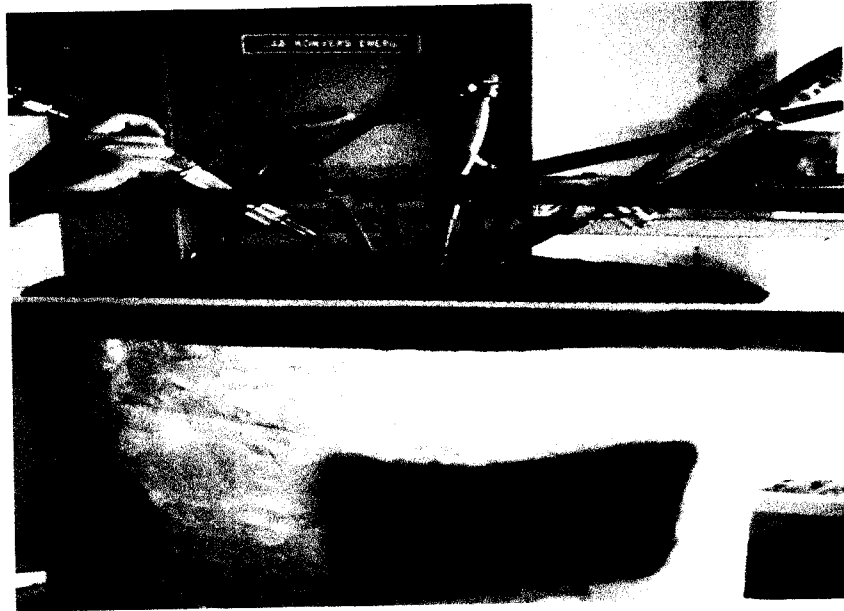
Mikli dkk, 2001, *Characterization of Powder Particle Morphology*, Proceeding Estonian Academic Science Enginnering. Vol. 7, No, 1, pp 22-34

Pawlowski, 1995, *The Science and Enginnering of Thermal Spray Coatings*, John Wiley and Sons Ltd. England

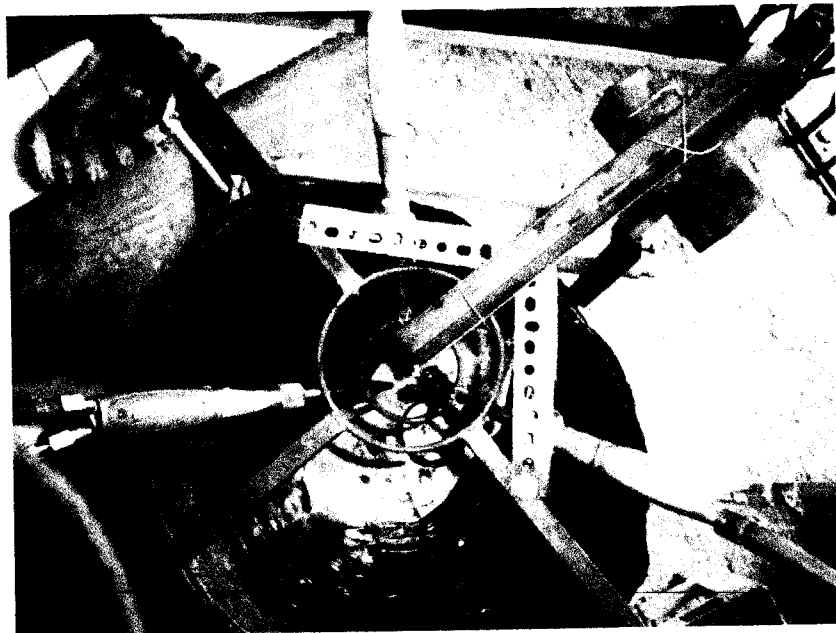
Groveer, M. P., 1996. *Fundamental of Modern Manufacturing*. Prientice Hall, New Jersey

- Harsono, W. Okumura, Toshie., 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Ridlwan, M., 2005. *Pengaruh Sudut Serang Terhadap Efisiensi Dan Produktifitas Proses Pembuatan Serbuk Logam Dengan Metode Atomisasi Las Oksi-Asitilen*. Prosiding Seminar Nasional, Teknoin, Jogjakarta
- Surdia, T And Saito, S, 1994. *Pengetahuan Bahan Teknik*

LAMPIRAN



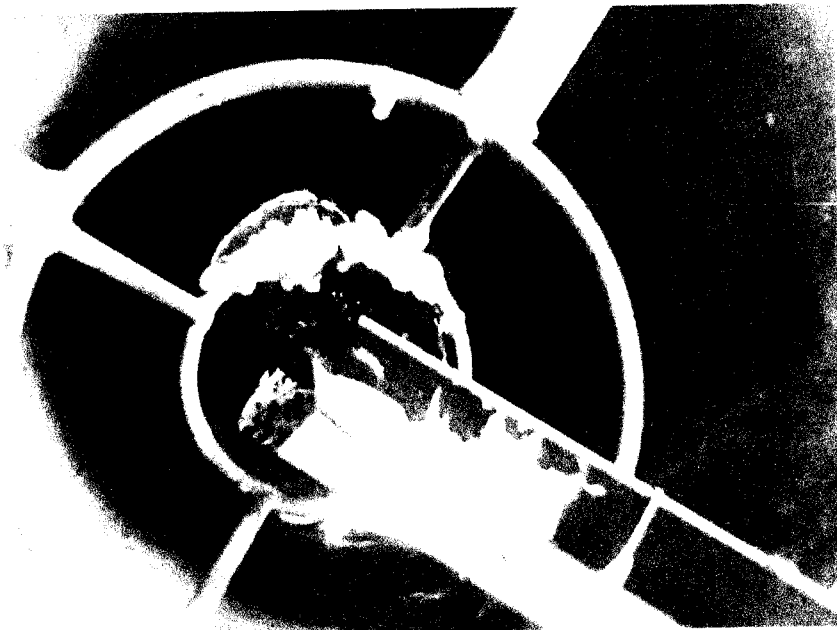
1. Gambar Alat Atomisasi Plasma Oksi-Asitilen



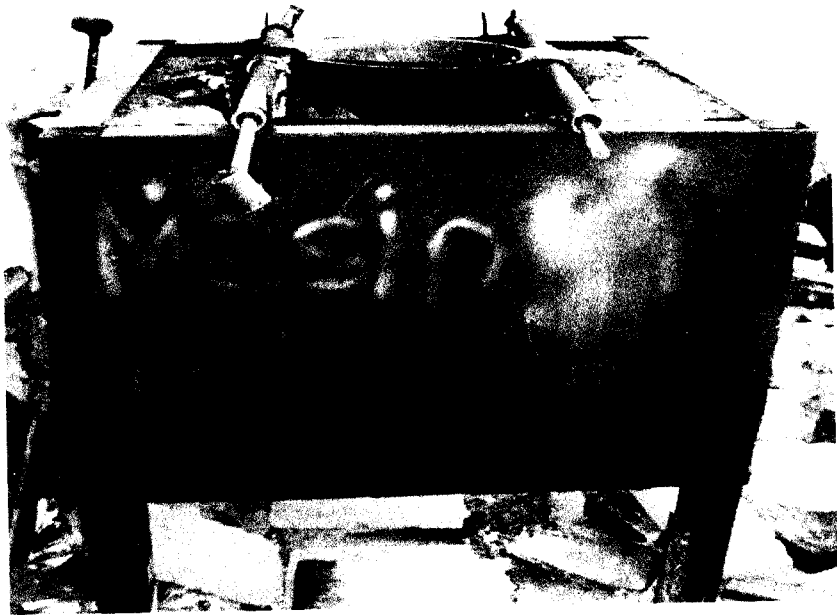
2. Pandangan Atas



3. Serbuk Hasil Dari Proses Atomisasi pada Penampungan



4. Gambar Pandangan Atas Setelah Proses Penuangan



5. Gambar Tungku Peleburan Logam



6. Proses Peleburan Logam